



دانشگاه شاهرود
پایه

کاربرد برنامه ریزی ریاضی در کشاورزی و منابع طبیعی

دکتر فاطمه علیجانی

«امروزه کتاب‌خوانی و علم‌آموزی، نه تنها یک وظیفه‌ی ملی، که یک واجب دینی است.»^۱

در عصر حاضر یکی از شاخصه‌های ارزیابی رشد، توسعه و پیشرفت فرهنگی هر کشوری میزان تولید کتاب، مطالعه و کتاب‌خوانی مردم آن مرز و بوم است. ایران اسلامی نیز از دیرباز تاکنون با داشتن تمدنی چند هزارساله و مراکز متعدد علمی، فرهنگی، کتابخانه‌های معتبر، علما و دانشمندان بزرگ با آثار ارزشمند تاریخی، سرآمد دولت‌ها و ملت‌های دیگر بوده و در عرصه‌ی فرهنگ و تمدن جهانی به‌سان خورشیدی تابناک همچنان می‌درخشد و با فرزندان نیک‌نهاد خویش هنرنمایی می‌کند. چه کسی است که در دنیا با دانشمندان فرزانه و نام‌آور ایرانی همچون ابوعلی سینا، ابوریحان بیرونی، فارابی، خوارزمی و ... همچنین شاعران برجسته‌ای نظیر فردوسی، سعدی، مولوی، حافظ و ... آشنا نباشد و در مقابل عظمت آنها سر تعظیم فرود نیاورد. تمامی این افتخارات ارزشمند، برگرفته از میزان عشق و علاقه فراوان ملت ما به فراگیری علم و دانش از طریق خواندن و مطالعه منابع و کتاب‌های گوناگون است. به شکرانه‌ی الهی، تاریخ و گذشته ما، همیشه درخشان و پربار است. ولی اکنون در این زمینه در چه جایگاهی قرار داریم؟ آمار و ارقام ارائه‌شده از سوی مجامع و سازمان‌های فرهنگی در مورد سرانه‌ی مطالعه‌ی هر ایرانی، برایمان چندان امیدوارکننده نمی‌باشد.

کتاب، دروازه‌ای به سوی گستره‌ی دانش و معرفت است و کتاب خوب، یکی از بهترین ابزارهای کمال بشری است. همه‌ی دستاوردهای بشر در سراسر عمر جهان، تا آنجا که قابل کتابت بوده است، در میان دست‌نوشته‌هایی است که انسان‌ها پدید آورده و می‌آورند. در این مجموعه‌ی بی‌نظیر، تعالیم الهی، درس‌های پیامبران به بشر، و همچنین علوم مختلفی است که سعادت بشر بدون آگاهی از آنها امکان‌پذیر نیست. کسی که با دنیای زیبا و زندگی‌بخش کتاب ارتباط ندارد بی‌شک از مهم‌ترین دستاورد انسانی و نیز از بیشترین معارف الهی و بشری محروم است. با این دیدگاه، به‌روشنی می‌توان ارزش و مفهوم رمزی عمیق در این حقیقت تاریخی را دریافت که اولین خطاب خداوند متعال به پیامبر گرامی اسلام (ص) این است که «بخوان!» و در اولین

۱. پیام مقام معظم رهبری به مناسبت آغاز هفته کتاب ۷۲/۱۰/۴

سوره‌ای که بر آن فرستاده‌ی عظیم‌الشان خداوند، فرود آمده، نام «قلم» به تجلیل یاد شده‌است: «اقْرَأْ وَ رَبُّكَ الْأَكْرَمُ. الَّذِي عَلَّمَ بِالْقَلَمِ» در اهمیت عنصر کتاب برای تکامل جامعه‌ی انسانی، همین بس که تمامی ادیان آسمانی و رجال بزرگ تاریخ بشری، از طریق کتاب جاودانه مانده‌اند.

دانشگاه پیام‌نور با گستره‌ی جغرافیایی ایران‌شمول خود با هدف آموزش برای همه، همه‌جا و همه‌وقت، به‌عنوان دانشگاهی کتاب‌محور در نظام آموزش عالی کشورمان، افتخار دارد جایگاه اندیشه‌سازی و خردورزی بخش عظیمی از جوانان جویای علم این مرز و بوم باشد. تلاش فراوانی در ایام طولانی فعالیت این دانشگاه انجام پذیرفته تا با بهره‌گیری از تجربه‌های گرانقدر استادان و صاحب‌نظران برجسته کشورمان، کتاب‌ها و منابع آموزشی درسی شاخص و خودآموز تولید شود. در آینده هم، این مهم با هدف ارتقای سطح علمی، روزآمدی و توجه بیشتر به نیازهای مخاطبان دانشگاه پیام‌نور با جدیت ادامه خواهد داشت. به‌طور قطع استفاده از نظرات استادان، صاحب‌نظران و دانشجویان محترم، ما را در انجام این وظیفه‌ی مهم و خطیر یاری‌رسان خواهد بود. پیشاپیش از تمامی عزیزانی که با نقد، تصحیح و پیشنهادهای خود ما را در انجام این وظیفه‌ی خطیر یاری می‌رسانند، سپاسگزاری می‌نماییم. لازم است از تمامی اندیشمندانی که تاکنون دانشگاه پیام‌نور را منزلگاه اندیشه‌سازی خود دانسته و ما را در تولید کتاب و محتوای آموزشی درسی یاری نموده‌اند، صمیمانه قدردانی گردد. موفقیت و بهروزی تمامی دانشجویان و دانش‌پژوهان عزیز آرزوی همیشگی ما است.

دانشگاه پیام‌نور

فهرست مطالب

ده

دوازده

پیشگفتار

مقدمه

۱

فصل اول: کلیات برنامه‌ریزی ریاضی

۱

هدف کلی

۱

هدف‌های یادگیری

۱

۱-۱ برنامه‌ریزی ریاضی

۲

۲-۱ ویژگی‌های اساسی برنامه‌ریزی ریاضی

۳

۳-۱ مراحل پیاده‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی

۴

۱-۳-۱ تشخیص و تعریف مسئله

۴

۲-۳-۱ ساخت مدل

۵

۳-۳-۱ حل مدل

۶

۴-۱ تحلیل حساسیت

۶

۵-۱ اجرای راه حل

۶

۶-۱ انواع مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

۶

۱-۶-۱ مدل‌های احتمالی

۶

۲-۶-۱ مدل‌های غیراحتمالی

۷

خلاصه فصل اول

۸

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

۱۱

فصل دوم: مدل‌سازی برنامه‌ریزی خطی

۱۱

هدف کلی

۱۱

هدف‌های یادگیری

۱۲

۱-۲ برنامه‌ریزی ریاضی

۱۲

۱-۱-۲ تعریف مدل برنامه‌ریزی خطی

۱۲

۲-۱-۲ مدل برنامه‌ریزی خطی ساده

۱۴	۲-۲ مراحل مدل سازی برنامه ریزی خطی
۱۴	۱-۲-۲ داده ها
۱۴	۲-۲-۲ اهداف
۱۵	۳-۲-۲ محدودیت ها
۱۵	۴-۲-۲ ضرایب فنی
۱۵	۳-۲ مفروضات برنامه ریزی خطی
۱۶	۱-۳-۲- خوبی یا مناسب بودن تابع هدف
۱۶	۲-۳-۲ مناسب بودن متغیرهای تصمیم
۱۶	۳-۳-۲ فرض تناسب
۱۷	۴-۳-۲ فرض جمع پذیری
۱۷	۵-۳-۲ فرض بخش پذیری یا پیوستگی
۱۷	۶-۳-۲ فرض معین بودن یا غیر تصادفی
۱۸	۴-۲- انواع جواب های حل مسئله برنامه ریزی خطی
۱۸	۱-۴-۲ جواب موجه
۱۸	۲-۴-۲ جواب غیر موجه
۱۹	۳-۴-۲ جواب بهینه
۲۰	۵-۲ شکل ماتریس برنامه ریزی خطی
۲۱	۶-۲ نتایج مدل برنامه ریزی خطی
۲۱	۷-۲ قیمت سایه ای یا ضریب لاگرانژ
۲۲	۸-۲ هزینه فرصت
۲۳	۹-۲ انواع مدل های برنامه ریزی خطی
۲۳	۱۰-۲ مشکلات محاسباتی برنامه ریزی خطی
۲۴	۱۱-۲ روش های حل مدل برنامه ریزی خطی
۲۴	۱۲-۲ مثال هایی از برنامه ریزی خطی
۲۴	۱-۱۲-۲ مثال اول
۲۷	۲-۱۲-۲ مثال دوم
۲۹	۳-۱۲-۲ مثال سوم
۳۰	۴-۱۲-۲ مثال چهارم
۳۲	خلاصه فصل دوم
۳۳	خودآزمایی چهارگزینه ای فصل دوم
۳۷	فصل سوم: روش ترسیمی در حل برنامه ریزی خطی
۳۷	هدف کلی
۳۷	هدف های یادگیری
۳۷	۱-۳ حل مدل های برنامه ریزی خطی به روش ترسیمی
۳۸	۲-۳ مراحل روش ترسیمی
۴۶	۳-۳ حالت های خاص در منطقه موجه روش ترسیمی
۴۶	۱-۳-۳ ناحیه موجه یک پاره خط باشد

۴۹	۲-۳-۳ ناحیه موجه یک نقطه باشد
۵۰	۳-۳-۳- عدم وجود منطقه موجه (مسئله بدون جواب)
۵۱	۴-۳-۳ منطقه موجه نامحدود
۵۷	۵-۳-۳ جواب بهینه چندگانه
۵۹	۶-۳-۳ مسئله با وضعیت تبهگن (نازایی)
۶۰	خلاصه فصل سوم
۶۰	خودآزمایی چهار گزینه‌ای فصل سوم
۶۵	فصل چهارم: روش سیمپلکس در حل برنامه‌ریزی خطی
۶۵	هدف کلی
۶۵	هدف‌های یادگیری
۶۵	۱-۴ حل مسائل برنامه‌ریزی خطی به روش سیمپلکس
۶۸	۲-۴ فرضیات روش سیمپلکس
۶۸	۳-۴ حل مدل برنامه‌ریزی خطی به روش سیمپلکس
۶۹	۱-۳-۴ گام اول: استاندارد کردن معادلات
۷۰	۲-۳-۴ گام دوم: تشکیل جدول سیمپلکس
۷۱	۳-۳-۴ گام سوم: تعیین متغیر ورودی و خروجی
۷۲	۴-۳-۴ گام چهارم: رسم جدول جدید سیمپلکس
۷۵	۵-۳-۴ گام پنجم: بهینگی جدول سیمپلکس
۷۵	۶-۳-۴ گام ششم: استخراج جواب بهینه
۷۶	۴-۴ مثال دوم
۸۰	۵-۴ مدل‌های برنامه‌ریزی خطی با متغیرهای آزاد در علامت
۸۲	۶-۴ حالت‌های خاص در روش سیمپلکس
۸۲	۱-۶-۴ جواب بهینه چندگانه
۸۴	۲-۶-۴ حالت تبهگن یا نازایی
۸۸	۳-۶-۴ حالت خاص منطقه موجه نامحدود
۸۹	خلاصه فصل چهارم
۹۰	خودآزمایی چهار گزینه‌ای فصل چهارم
۹۳	فصل پنجم: روش سیمپلکس M بزرگ و روش دو مرحله‌ای
۹۳	هدف کلی
۹۳	هدف‌های یادگیری
۹۳	۱-۵ روش سیمپلکس M بزرگ
۹۵	۲-۵ مراحل روش سیمپلکس M بزرگ
۹۵	۱-۲-۵ گام اول استاندارد سازی مدل
۹۸	۲-۲-۵ گام دوم رسم جدول ابتدایی سیمپلکس
۹۸	۳-۲-۵ گام سوم: یک‌کردن متغیرهای اساسی (مصنوعی)
۹۹	۴-۲-۵ گام چهارم - تعیین متغیر ورودی و خروجی

۱۰۰	۵-۲-۵ گام پنجم: رسم جدول جدید و انجام محاسبات سیمپلکس
۱۰۲	۵-۲-۶ گام ششم: بهینگی جدول سیمپلکس
۱۰۳	۵-۲-۷ گام هفتم: به دست آوردن جواب بهینه
۱۰۶	۵-۳ نکاتی در ارتباط با روش M بزرگ
۱۰۶	۵-۴ روش دو مرحله‌ای (دو فاز)
۱۱۲	۵-۵ مقایسه دو روش M بزرگ و دو مرحله‌ای
۱۱۳	۵-۶ حالت خاص در روش سیمپلکس M بزرگ و دو مرحله‌ای
۱۱۴	خلاصه فصل پنجم
۱۱۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل پنجم
۱۱۹	فصل ششم: مسئله ثانویه
۱۱۹	هدف کلی
۱۱۹	هدف‌های یادگیری
۱۱۹	۶-۱-۱ تئوری مسئله ثانویه (مزدوج، دوگان، همزاد یا همتایی)
۱۲۰	۶-۱-۱-۱ فرایند تبدیل مسئله اولیه به مسئله ثانویه
۱۲۱	۶-۱-۲ مثال اول
۱۲۱	۶-۱-۳-۱ مثال دوم
۱۲۲	۶-۱-۴ مثال سوم
۱۲۳	۶-۱-۵ مثال چهارم
۱۲۵	۶-۱-۶ مثال پنجم
۱۲۶	۶-۲ حالت خاص مسئله اولیه (دارای متغیر آزاد در علامت)
۱۲۸	۶-۳ روش دوم تبدیل مسئله اولیه به مسئله ثانویه
۱۳۰	۶-۴ به دست آوردن جواب بهینه مدل ثانویه از روی جدول نهایی
۱۳۴	۶-۵ به دست آوردن جواب بهینه یک مسئله از روی جواب بهینه دیگر
۱۳۵	۶-۶ روابط بین جواب‌های مسئله اولیه و ثانویه
۱۳۸	خلاصه فصل ششم
۱۳۹	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل ششم
۱۴۳	فصل هفتم: تحلیل حساسیت و تفسیر اقتصادی برنامه‌ریزی خطی
۱۴۳	هدف کلی
۱۴۳	هدف‌های یادگیری
۱۴۳	۷-۱ ایجاد مدل برنامه‌ریزی خطی
۱۴۵	۷-۲ حل مدل برنامه‌ریزی خطی توسط نرم‌افزار
۱۴۹	۷-۳ تحلیل حساسیت
۱۵۰	۷-۴ تحلیل حساسیت و تفسیر مدل
۱۵۷	۷-۵ روش‌های ایجاد الگوی بهره‌برداری کشاورزی
۱۵۷	۷-۵-۱ روش‌های همگن‌سازی
۱۵۸	۷-۵-۲ ساختن الگوهای برنامه‌ریزی خطی

۱۶۳	خلاصه فصل هفتم
۱۶۵	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هفتم
۱۶۹	فصل هشتم: سایر مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی
۱۶۹	هدف کلی
۱۶۹	هدف‌های یادگیری
۱۶۹	۸-۱ جیره‌نویسی
۱۷۱	۸-۲ مدل حمل‌ونقل (نوع اول)
۱۷۲	۸-۲-۱ مفروضات مدل حمل‌ونقل
۱۷۴	۸-۲-۲ خصوصیات مدل حمل‌ونقل
۱۷۴	۸-۲-۳ روش‌های حل یک مدل حمل‌ونقل
۱۷۵	۸-۳ برنامه‌ریزی عدد صحیح
۱۷۶	۸-۴ مدل تخصیص
۱۸۰	۸-۵ شبکه‌ها
۱۸۰	۸-۵-۱ شبکه
۱۸۱	۸-۵-۲ شاخه‌ها
۱۸۲	۸-۵-۳ مسیر
۱۸۲	۸-۵-۴ حلقه یا لوپ
۱۸۲	۸-۵-۵ درخت
۱۸۳	۸-۵-۶ انواع مدل‌های شبکه
۱۸۹	۸-۶ روش‌های عدم حتمیت برنامه‌ریزی خطی
۱۹۰	۸-۶-۱ نظریه بازی‌ها
۱۹۶	۸-۷ برنامه‌ریزی هدف (آرمانی)
۱۹۶	۸-۷-۱ خصوصیات برنامه‌ریزی هدف
۱۹۷	۸-۷-۲ روش‌شناسی برنامه‌ریزی هدف
۱۹۸	۸-۷-۳ مسئله با چندهدف و وزن‌دار
۱۹۹	۸-۷-۴ مثال مدل‌سازی برنامه‌ریزی هدف
۲۰۱	۸-۸ برنامه‌ریزی چندمنظوره
۲۰۳	۸-۹ مدل‌سازی ریسک در برنامه‌ریزی ریاضی
۲۰۴	۸-۹-۱ روش‌های برنامه‌ریزی ریسکی
۲۱۴	۸-۹-۲ روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی
۲۱۶	۸-۱۰ برنامه‌ریزی پویا
۲۲۰	خلاصه فصل هشتم
۲۲۱	خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل هشتم
۲۲۵	پاسخنامه
۲۲۷	منابع

پیشگفتار

باوجود اینکه قبل از جنگ جهانی دوم دانشمندانی مانند ارلنگ (ریاضی‌دان دانمارکی) قدم‌هایی را در جهت ارائه روش‌های تحلیلی در مسائل عملیاتی برداشتند ولی استفاده سازمان‌یافته از برنامه‌ریزی ریاضی به جنگ جهانی دوم برمی‌گردد. در جنگ جهانی دوم کشور انگلستان تصمیم گرفت تا مجمعی از دانشمندان علوم مختلف از جمله: فیزیک، ریاضی، مکانیک، علوم دریایی، روان‌شناسی، اقتصاد و آمار و ... را دعوت به همکاری کند، تا با بررسی نقاط قوت و ضعف دشمن، راهکارهای استراتژیکی مناسب در قالب مدل‌های ریاضی ارائه دهند و موجب افزایش توان دفاعی انگلستان تا چندین برابر شوند. به این ترتیب دانشمندان گروه بررسی عملیات انگلستان پیشنهادهایی ارائه کردند که با استفاده از آن‌ها ارتش انگلستان توانست خسارات زیادی به زیردریایی‌های آلمان وارد آورد. کشور آمریکا ایده گروه‌های عملیات را از انگلستان گرفته و آن را در منابع نظامی و غیرنظامی خود به کار گرفت. تیم‌های پژوهش متوجه شدند که همان مسائلی که در جنگ مطرح‌بوده در صنعت، تجارت و امور دولتی نیز وجود دارد، بنابراین میدان وسیعی برای رشد گشوده شد و امروزه علاوه بر صنایع مختلف در بخش‌های تجاری و خدماتی نیز از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی استفاده می‌شود.

شاید به جرأت بتوان گفت که کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی یکی از مهم‌ترین ابزارهای کاربردی در مفهوم اقتصادی در جهت نیل به اهداف گوناگون در بخش‌های مختلف است که توجه خاص و ویژه‌ای می‌طلبد. اما برای استفاده صحیح از هر ابزاری ابتدا باید آن را به دقت تعریف و شناسایی کرد. در کتاب حاضر کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی

به گونه‌ای ساده مورد بحث قرار گرفته است تا دانشجویان بتوانند به راحتی مفاهیم و مثال‌های کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی را به خوبی درک کرده و در بخش کشاورزی از آن استفاده کنند. امید است این کتاب بتواند راهنمای مناسبی برای دانشجویان رشته‌های کشاورزی و منابع طبیعی باشد. در پایان بر خود لازم می‌دانم به مصداق «من لم یشکر المخلوق، لم یشکر الخالق» از خانم‌ها خدیجه علی‌نژاد، دکتر مهدیه مسنن مظفری و آقای دکتر یآوری، به دلیل همکاری ارزنده در امر ویراستاری و تطابق متن تقدیر و تشکر کنم.

فاطمه علیجانی

مقدمه

بیش از نیم قرن از ایجاد برنامه‌ریزی ریاضی می‌گذرد و تاکنون کاربردهای فراوانی در مسائل مدیریتی بسیاری از رشته‌ها داشته‌است. اکثر کاربردهای مدیریتی آن به دلیل وارد کردن شرایط طبیعی در مدل است. به همین دلیل ایجاد مدلی که بتواند شرایط واقعی را به خوبی نشان دهد یکی از مسائل اصلی در برنامه‌ریزی است.

دو عامل بسیار مهمی که باعث رشد و شکوفایی برنامه‌ریزی ریاضی شد، یکی ابداع روش سیمپلکس توسط جرج دانتزیک در سال ۱۹۴۷ و دیگری پیشرفت حیرت‌انگیز کامپیوتر و نرم‌افزارهای آن بود. محاسبات پیچیده و زیاد مسائل برنامه‌ریزی ریاضی در اغلب موارد به حدی است که انجام آن‌ها با دست امکان‌پذیر نیست.

این کتاب دارای هدف کلی آشنایی دانشجویان به لحاظ تئوری و روش ارائه کاربردی با مسائل کشاورزی با توجه به محدودیت‌هایی که یک کشاورز با آن‌ها روبه‌رو است پرداخته شود و سپس با تمرین مهم و کلیدی به مدل‌سازی ساده تا پیچیده مسائل آشنا سازیم و در نهایت حل آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار لینگو که توضیح داده شده‌است.

فصل اول

کلیات برنامه‌ریزی ریاضی

هدف کلی

هدف از این فصل معرفی برنامه‌ریزی ریاضی و شناخت ویژگی‌های آن به دانشجویان است.

هدف‌های یادگیری

در پایان این فصل با توجه به اهداف موردنظر از دانشجویان انتظار می‌رود:

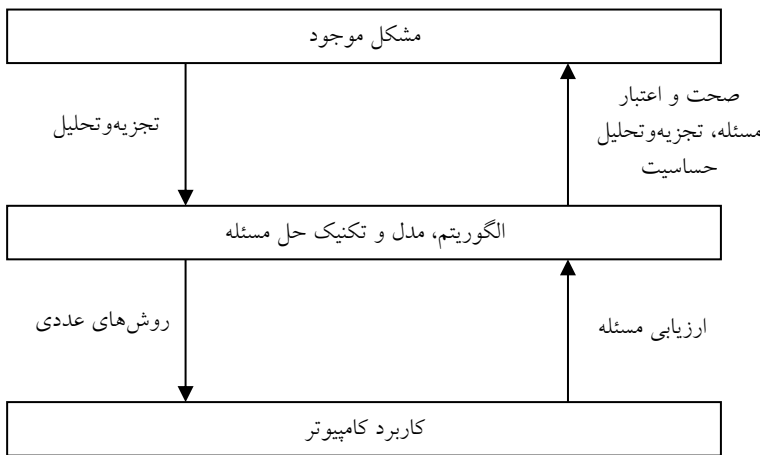
۱. تعریف برنامه‌ریزی ریاضی در بخش کشاورزی را درک کنند.
۲. با ویژگی‌های برنامه‌ریزی ریاضی و مراحل پیاده‌سازی آن آشنا شوند.
۳. با انواع مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی آشنا شوند.
۴. مثال‌های کاربردی برنامه‌ریزی ریاضی را تشریح کنند.

۱-۱ برنامه‌ریزی ریاضی

برنامه‌ریزی ریاضی در اقتصاد، همان پژوهش عملیاتی^۱ در مدیریت است. برنامه‌ریزی ریاضی یکی از روش‌های بهینه‌سازی است که برای شناسایی مسائل و مشکلات سازمان یا واحد تولیدی، تدوین مدل‌های مناسب، آزمایش و اصلاح آن و ارائه راه‌حل بهینه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهینه‌سازی هنر و علم تخصیص منابع محدود به بهترین وضعیت ممکن است. تکنیک‌های بهینه‌سازی در مسائل مختلفی از قبیل برنامه‌ریزی، تخصیص

منابع، تصمیم‌گیری، مدیریت واحدهای کشاورزی و غیره به‌کار می‌روند. به‌طورمثال، اینکه مدیر یک واحد کشاورزی از چه مکانی نهاده‌های خود را خریداری کند، چگونه آن را به مزرعه منتقل کند، محصولات خود را چگونه و با چه قیمتی به فروش برساند تا بالاترین سود و یا کمترین هزینه را داشته‌باشد، از وظایف مدل‌های بهینه‌سازی است. عناوینی چون علم تخصیص، علم مدیریت، علم تصمیم‌گیری، روش‌های مقداری، تحقیق در عملیات به‌جای برنامه‌ریزی ریاضی به‌کاربرده می‌شوند.

فرایند بهینه‌سازی در شکل ۱-۱ به‌صورت سیستماتیک نشان‌داده شده‌است. ابتدا یک فرد با مسئله و مشکلی با پیچیدگی‌های زیاد مواجه می‌شود که برخی قابل‌حل بوده و برخی نیستند. با استفاده از اطلاعات موجود می‌توان مدل را ایجاد کرده و الگوریتم یا تکنیک مناسب را برای حل مسئله موردنظر به‌کاربرد. در مسائل اجرایی، برنامه‌های کامپیوتری محاسبات موردنیاز را انجام خواهند داد.



شکل ۱-۱. فرایند بهینه‌سازی برنامه‌ریزی

۲-۱ ویژگی‌های اساسی برنامه‌ریزی ریاضی

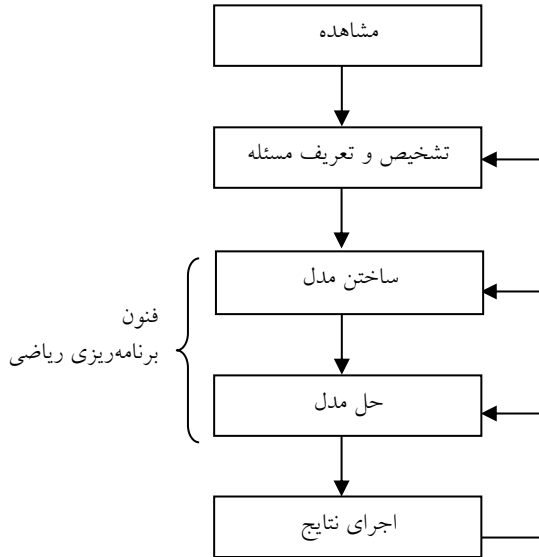
- برخی از ویژگی‌های برنامه‌ریزی ریاضی را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:
- نگرش نظام‌گرا یا برخورد سیستمی: در بهینه‌سازی، کل اجزای یک سیستم درنظر گرفته می‌شود زیرا هر تغییری در یکی از اجزا بر دیگر اجزا و کل سیستم تأثیر می‌گذارد. البته این به آن معنا نیست که برای مطالعه هر سیستم کلیه اجزای آن به تفصیل بررسی شوند بلکه کافی است که هدف‌های اجزا با اهداف کلی سیستم هم‌جهت باشند.

- استفاده از متخصصان علوم مختلف: مطالعه همه‌جانبه یک مسئله در برنامه‌ریزی ریاضی، به‌صورت گروهی انجام می‌گیرد. بنابراین بیشتر متخصصان علوم مختلف مانند ریاضی، آمار، و احتمالات، اقتصاد، مدیریت، کامپیوتر، علوم کشاورزی و علوم رفتاری در مطالعات حضور دارند. به‌عبارتی برنامه‌ریزی ریاضی ترکیب علوم و تکنولوژی است.
- استفاده از روش‌های علمی: در روش علمی ابتدا مشکل شناسایی و تعریف می‌شود، سپس فرضیه یعنی راه‌حل برای مشکل در نظر گرفته می‌شود. در مرحله بعد، راه‌حل مورد آزمون قرار می‌گیرد. چنانچه مورد قبول واقع شود اجرا می‌شود در غیراین‌صورت فرضیه دیگری جایگزین آن می‌شود.
- استفاده از مدل: مدل‌ها نمایشی انتخابی از واقعیت‌ها هستند. با ایجاد یک مدل مناسب می‌توان نتایج مختلفی را که از راه‌حل‌های گوناگون حاصل می‌شود موردبررسی قرار داد. بنابراین توسط یک مدل بدون آنکه مخاطره تصمیم‌گیری در دنیای واقعی وجود داشته‌باشد می‌توان بهترین تصمیم را اتخاذ کرد. در مدل‌سازی عوامل اضافی به‌طور عمد کنار گذاشته‌شده و مدل که فقط نشان‌دهنده اجزای موردنظر و روابط بین آن‌ها است، ساخته می‌شود. توسط یک مدل مناسب می‌توان با هزینه کم، زمان کم و بهره‌وری زیاد تصمیم‌گیری کرد. مدل‌سازی ریاضی انعطاف‌پذیرترین مدل است که امکان اصلاح و تغییر آن راحت است.

۱-۳ مراحل پیاده‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی

حل مسائل برنامه‌ریزی ریاضی که در شکل ۱-۲ نشان داده شده‌است، شامل مراحل زیر است:

- مشاهده
 - تعریف مسئله (داده‌های مسئله مشخص می‌شود)
 - ساختن مدل
 - حل مدل
 - اجرای نتایج (تصمیم‌گیری)
- ممکن است به‌دلیل اشتباه حل کردن مسئله یا اشتباه ساختن مدل نتایج اشتباه باشد که به آن بازخورد گویند و از هر جا که اشتباه ایجاد شده‌باشد مسئله مجدد باید اجرا شود.



شکل ۱-۲. مراحل پیاده‌سازی برنامه‌ریزی ریاضی

۱-۳-۱ تشخیص و تعریف مسئله

در این مرحله مسئله به‌طور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرد، هدف از حل مسئله تعیین شده و بخشی از یک واحد تولیدی کشاورزی که باید مورد بررسی قرار گیرد، مشخص می‌شود. به عبارتی در این مرحله اهداف، متغیرهای تصمیم و محدودیت‌ها مشخص و تعریف می‌شوند.

۱-۳-۲ ساخت مدل

در ساختن یک مدل ورودی‌ها و خروجی‌ها را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

متغیرهای قابل کنترل (متغیرهای تصمیم)
 متغیرهای غیرقابل کنترل (پارامترها)

خروجی‌ها ← ساخت مدل

متغیرهای قابل کنترل عواملی هستند که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شوند مانند میزان تولید و میزان نهاده‌های مصرفی. متغیرهای غیرقابل کنترل عوامل محیطی هستند که تحت کنترل تصمیم‌گیرنده نیستند و به آن‌ها پارامترهای مدل می‌گویند مانند قیمت یک محصول در بازار رقابت کامل و تغییرات آب‌وهوایی.

بعد از شناسایی مسئله و مشخص شدن متغیرهای تصمیم، یک مدل ریاضی که قابل حل با یکی از تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی باشد ساخته می‌شود. حذف مسائل جزئی و انتخاب متغیرهای مهم جزو این مرحله است. این مرحله بسیار مهم است، چون ممکن است حذف یک متغیر مهم باعث ایجاد مشکل در تجزیه و تحلیل‌های بعدی شود. سپس با استفاده از روش‌های عددی می‌توان مدل را با استفاده از نرم‌افزارهای مربوطه حل کرده و مقدار بهینه را تعیین کرد. پس از اجرای برنامه و به دست آوردن مقادیر بهینه، باید مسئله را ارزیابی کرد تا مطمئن شود جواب‌های به دست آمده پاسخ‌های مناسب را ارائه کرده‌اند. اگر مدلی دارای روابط ریاضی خیلی پیچیده باشد به طوری که تعیین جواب تحلیلی ممکن نباشد؛ بهتر است از مدل‌های ابتکاری استفاده شود یا در صورت مناسب تشخیص دادن از شبیه‌سازی استفاده شود. در بعضی مسائل از مدل ریاضی، شبیه‌سازی و ابتکاری به صورت ترکیبی استفاده می‌شود. در دنیای واقعی تنها یک راه حل برای مدل‌سازی وجود ندارد و با تعریف متغیرهای مختلف برای مدل، شرایط متفاوتی می‌توان ارائه کرد که در این صورت از تجزیه و تحلیل حساسیت استفاده می‌شود. در این مرحله مدل‌ساز باید اطمینان حاصل کند که مدل ساخته شده مانند سیستم واقعی کار می‌کند، یعنی به واقعیت نزدیک است. یک شیوه برای این کار استفاده از اطلاعات واقعی گذشته یا موجود به عنوان پارامترهای مدل است اگر جواب به دست آمده منطقی و مورد رضایت باشد می‌توان گفت مدل معتبر است در غیر این صورت مدل باید اصلاح شود. همچنین لازم است مدل را از لحاظ سادگی مورد بررسی قرار داد زیرا این مدل‌ها به زمان کمتری برای حل کردن نیاز دارند.

۱-۳-۳ حل مدل

روش‌های حل مدل به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. روش‌های بهینه‌سازی: در روش بهینه‌سازی بهترین جواب برای مدل به دست می‌آید مانند ترسیمی، سیمپلکس.
۲. روش ابتکاری: این روش برای حل مسائل بزرگ و پیچیده است که جواب‌های کمابیش بهینه به دست می‌آیند مانند الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی.

۴-۱ تحلیل حساسیت

بعد از حل مدل تحلیل حساسیت انجام می‌گیرد. بدین ترتیب پارامترهای حساس مشخص می‌شوند و در صورت نیاز به اصلاح و تغییر مدل اقدام می‌شود. باید توجه شود که راه‌حل بهینه به دست آمده از مدل، بهترین جواب برای آن مدل است و بنابراین ممکن است بهترین جواب برای مسئله واقعی نباشد مگر اینکه مدل نشان‌دهنده سیستم واقعی باشد.

۵-۱ اجرای راه‌حل

در این مرحله به علت اینکه یک راه‌حل جدید است، ممکن همراه با تغییر و تحولاتی نیاز باشد که با مقاومت برخی افراد مواجه شود. بنابراین لازم است هر تغییری با آموزش‌های لازم به افراد همراه باشد، زیرا اگر اجرا موفق نشود همه مراحل قبلی بی‌اثر خواهد بود. در مرحله اجرا به کارگیری علوم رفتاری بسیار حائز اهمیت است.

۶-۱ انواع مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی

۱-۶-۱ مدل‌های احتمالی

چنانچه الگو در شرایط نامشخص بوده و اطلاعات کامل در دست نباشد از مدل‌های احتمالی مانند تئوری بازی و تئوری صف استفاده می‌شود.

۲-۶-۱ مدل‌های غیراحتمالی

چنانچه الگو در شرایط کاملاً مشخص بوده و اطلاعات کامل در دست باشد از مدل‌های غیرتصادفی مانند برنامه‌ریزی خطی استفاده می‌شود. مدل‌های مختلف با توجه به احتمالی و غیراحتمالی بودن آن‌ها به قرار زیر هستند:

جدول ۱-۱. انواع مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی از نظر احتمالی و غیراحتمالی بودن

انواع مدل‌ها برنامه‌ریزی ریاضی	نوع مدل
برنامه‌ریزی خطی	غیراحتمالی
برنامه‌ریزی عدد صحیح	غیراحتمالی
تحلیل پوشش داده‌ها	غیراحتمالی
برنامه‌ریزی آرمانی	غیراحتمالی

انواع مدل‌ها برنامه‌ریزی ریاضی	نوع مدل
حمل و نقل	غیراحتمالی
تخصیص	غیراحتمالی
برنامه‌ریزی غیرخطی	غیراحتمالی
شبکه‌ها	احتمالی و غیراحتمالی
کنترل موجودی	احتمالی و غیراحتمالی
برنامه‌ریزی پویا	احتمالی و غیراحتمالی
تئوری صف	احتمالی و غیراحتمالی
تئوری بازی‌ها	احتمالی
شبیه‌سازی	احتمالی

در حال حاضر تعداد زیادی نرم‌افزار تخمین برنامه‌ریزی ریاضی موجود است که تعدادی از آن‌ها عبارت‌اند از:

DS, MS, STORM, TORA, GINO, GAMS, LINGO, LINDO, QSB, EXCELL.

خلاصه فصل اول

در این فصل تعریفی از برنامه‌ریزی ریاضی ارائه شد. در این تعریف برنامه‌ریزی ریاضی به مجموعه‌ای از روش‌های علمی و فنی اتلاق شد که جهت شناخت مسائل درون سازمان یا بخش به کار می‌روند و به دنبال یافتن جواب بهینه برای مسائل هستند.

همچنین ویژگی‌های برنامه‌ریزی ریاضی به صورت زیر بیان شد:

۱. تمرکز اصلی و اولیه برنامه‌ریزی ریاضی بر تصمیم‌گیری مدیران است.
۲. رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی یک رویکرد علمی است.
۳. در برنامه‌ریزی ریاضی مسائل و تصمیمات با نگاه سیستمی بررسی می‌شود (کل منابع و مسائلی که در تعامل باهم هستند را باهم نگاه می‌کند).
۴. رشته برنامه‌ریزی ریاضی یک رشته از ترکیب چندین رشته مستقل است. به عبارت دیگر برنامه‌ریزی ریاضی یک دانش بین رشته‌ای است.
۵. در برنامه‌ریزی ریاضی از مدل‌های ریاضی استفاده می‌شود. پشتوانه ریاضی اثبات است و پشتوانه برنامه‌ریزی ریاضی هم ریاضی است.
۶. در حل مسائل برنامه‌ریزی ریاضی از کامپیوتر به‌وفور استفاده می‌شود. برخی از نرم‌افزارهای مورد استفاده عبارت‌اند از Lingo و Lindo, WinQSB

خودآزمایی چهارگزینه‌ای فصل اول

۱. کدام گزینه صحیح نیست؟
 - الف) متغیرهای قابل کنترل عواملی هستند که توسط تصمیم‌گیرنده تعیین می‌شوند مانند میزان تولید، میزان نهاده‌های مصرفی
 - ب) متغیرهای غیرقابل کنترل عوامل محیطی هستند.
 - ج) قیمت یک محصول در بازار رقابت کامل، تغییرات آب‌وهوایی جزء متغیرهای قابل کنترل هستند.
 - د) متغیرهای قابل کنترل همان متغیرهای تصمیم هستند.
۲. کدام نرم‌افزارها برای برنامه‌ریزی ریاضی مناسب نیستند؟

الف) Lingo, WinQSB و Lingo	ب) GAMS, LINGO, LINDO
ج) SPSS, LINGO, LINDO	د) EXCELL, GAMS, LINGO
۳. کدام مدل زیر غیراحتمالی است؟
 - الف) تئوری صف
 - ب) شبیه‌سازی
 - ج) تئوری بازی‌ها
 - د) برنامه‌ریزی خطی
۴. کدام گزینه جزو مراحل پیاده‌سازی برنامه‌ریزی نیست؟
 - الف) مشاهده
 - ب) ساختن مدل
 - ج) حل مدل
 - د) الگوریتم مدل
۵. در کدام گزینه زیرپارامترهای حساس مشخص می‌شوند و در صورت نیاز به اصلاح و تغییر مدل اقدام می‌شود؟
 - الف) نتایج
 - ب) ساختن مدل
 - ج) تحلیل حساسیت
 - د) تجزیه و تحلیل
۶. کدام مدل زیر احتمالی است؟
 - الف) برنامه‌ریزی خطی
 - ب) برنامه‌ریزی عدد صحیح
 - ج) تحلیل پوشش داده‌ها
 - د) شبیه‌سازی
۷. کدام دانشمند زیر باعث رشد و شکوفایی برنامه ریاضی شد؟
 - الف) جرج دانتیل
 - ب) جرج دانتزیک
 - ج) داوینسون کروزوئه
 - د) جان استوارت

۸. اگر مدلی دارای روابط ریاضی خیلی پیچیده باشند به طوری که تعیین جواب تحلیلی ممکن نباشد از مدل زیر استفاده می شود؟

الف) مدل ساده

(ج) مدل ساده و پیچیده

۹. چنانچه شرایط مشخص نبوده و اطلاعات کامل در دست نباشد کدام مدل زیر اتفاق افتاده است؟

الف) مدل برنامه ریزی خطی ب) مدل عدد صحیح

(ج) مدل صف

۱۰. در کدام مرحله اهداف، متغیرهای تصمیم و محدودیت‌ها مشخص و تعریف می‌شوند.

الف) تعریف مسئله

(ج) حل مدل